Vol 25, mai 2008

BULLETIN POUR LE

Réseau canadien de recherches antarctiques

Recherche sur les sols dans les vallées sèches de l'Antarctique

E.G. Gregorich

Pendant trois saisons d'opérations sur le terrain (2003, 2005, 2006), j'ai fait partie d'une équipe de chercheurs de la Nouvelle-Zélande qui examinaient les sols dans les vallées sèches de l'Antarctique. Certains se demanderont ce qui incite un spécialiste des sciences agronomiques à vouloir travailler dans l'Antarctique. On peut répondre en citant William Lashley qui, en 1902, lorsqu'il est allé pour la première fois dans la vallée de Taylor, en Antarctique, a dit : « Quel splendide endroit pour cultiver des pommes de terre ! » Mais la vraie raison : Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) est le ministère à vocation scientifique de l'administration fédérale qui compte le plus grand nombre de pédologues. Il fait de la prospection des sols, des recherches sur les écosystèmes ainsi que des études sur les nutriants et les cycles hydrologiques des écosystèmes, d'un bout à l'autre du Canada. Cette recherche concentrée sur les agroécosystèmes vise les sols des forêts situées à l'intérieur et à l'extérieur de la zone agricole, ainsi que dans l'Arctique canadien. L'expertise des pédologues est fort appréciée par nos partenaires internationaux qui étudient des milieux semblables.

Notre équipe de recherche antarctique comprend des chercheurs de la Nouvelle-Zélande, de l'Écosse, du Danemark, du Canada et des États-Unis (fig. 1). Nous avions créé cette équipe composée d'un large éventail de spécialistes dans le but de déterminer la fonction de l'écosystème de sols dans les vallées sèches, y compris la quantité de matières organiques et leur répartition.

Qu'est-ce qu'une vallée sèche de l'Antarctique ? La zone des vallées sèches s'étend sur environ 5 000 km^2 à l'ouest de l'île de Ross (fig. 2). Elles sont bordées à l'ouest par les monts transantarctiques et à l'est par la mer de Ross et la plateforme de glace Ross. La National Science Foundation des É.-U. occupe un lieu de recherche écologique à long terme (LTER) dans la vallée de Taylor, où elle soutient les opérations depuis plus de treize ans.

Les vallées sont sèches pour deux principales raisons. Premièrement, les

Intérieur

Recherche sur les sols dans les vallées sèches de l'Antarctique 1

La glace marine de l'Antarctique – une bizarrerie dans le Sud 7

Les nouvelles en bref 14

Figure 1
Des membres de l'expédition de 2003 (de g. à d.) : Phil Dadson (Nouvelle-Zélande), David Hopkins (Écosse), Ashley Sparrow (Nevada, É.-U.), Bo Elberling (Danemark), Ed Gregorich (Canada), Phil Novis (Nouvelle-Zélande). Laurie Greenfield (Nouvelle-Zélande) n'est pas sur la photo.

monts transantarctiques empêchent la nappe glaciaire polaire de glisser vers la côte. Deuxièmement, comme la nappe glaciaire aux pôles est très élevée, l'air du pôle descend quand il se déplace sur l'ensemble du continent, créant ainsi des vents catabatiques forts qui balaient les vallées sèches. Ces vents secs et froids engendrent dans les vallées sèches une évaporation d'eau plus grande que le réapprovisionnement en eau résultant des précipitations. Ainsi l'aridité du milieu est exacerbée par les précipitations faibles par rapport à la sublimation et au faible albédo en surface.

Ces vallées représentent l'élément extrême des écosystèmes terrestres arides et froids qui existent sur notre planète. Ce sont des déserts polaires extrêmement sensibles aux faibles

Figure 2
L'île de Ross et les vallées sèches de McMurdo, Victoria Land Sud (d'après Waterhouse, 2001, p. 2.5).

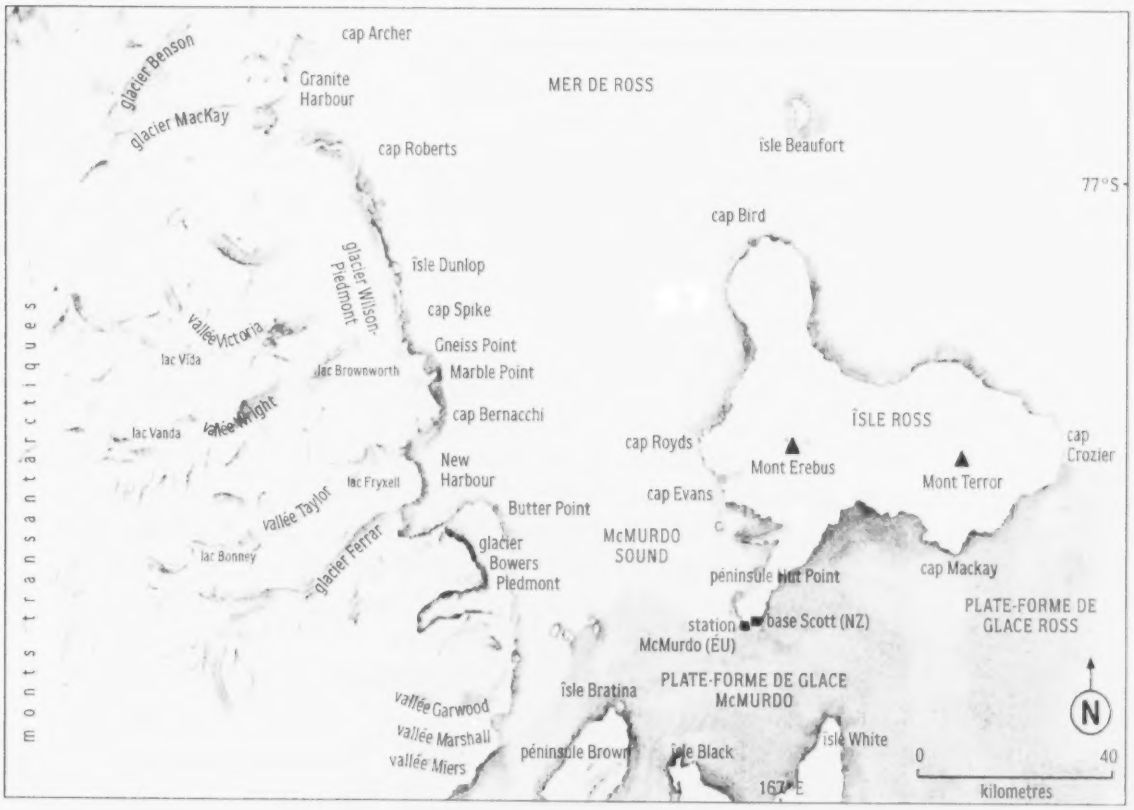

Figure 3
Durant l'été austral, l'eau de fonte part des glaciers, tombe dans le fond des vallées et s'écoule vers la mer de Ross, formant ainsi des lacs et des étangs dans les zones plates. La partie foncée, autour du rivage du lac, est un amas de *nostoc commune* (une cyanobactérie), un producteur primaire terrestre bien évident ici, dans la vallée de Garwood.

écarts de rayonnement solaire et de température. Les nappes glaciaires antarctiques qui couvrent le plateau polaire réagissent aux changements de climat sur des milliers d'années, mais les glaciers, les ruisseaux et les lacs des vallées sèches réagissent très rapidement aux changements de température. C'est pourquoi les vallées sèches sont particulièrement utiles aux études sur le changement climatique.

Contrairement à la plupart des autres écosystèmes, ceux des vallées sèches sont dominés par des micro-organismes, mousses, lichens et des groupes d'invertébrés relativement peu nombreux. Les formes de vie terrestres supérieures sont presque inexistantes. Les sols des vallées sèches se caractérisent par une faible biodiversité et une biomasse limitée. La population d'invertébrés présents dans le sol inclut des nématodes, tardigrades et rotifères, mais leur nombre est beaucoup moins élevé que ceux des sols des régions tempérées.

Quelle est l'origine des ressources en nutriants nécessaires pour maintenir ce réseau trophique? Quatre provenances distinctes ont été mentionnées:

1) Les autotrophes terrestres *in-situ* de l'époque contemporaine. On trouve dans les vallées sèches une vaste gamme d'autotrophes, notamment des algues hypolithiques, des organismes endolithiques et des mousses.
2) Les apports spatiaux de matières organiques provenant d'ailleurs. Parfois, des phoques et des manchots provenant du littoral s'aventurent dans les vallées sèches et y meurent.
3) Les apports spatiaux provenant des milieux aquatiques des

vallées. Les lacs et les ruisseaux créés par la fonte de la neige et des glaciers en été sont des éléments importants dans bon nombre de vallées sèches. Des algues et des cyanobactéries se développent dans ces eaux durant l'été (fig. 3).

4) La matière organique déposée dans les anciens lacs, appelée matière organique «ancienne».

Les sols des vallées sèches sont peu profonds, ont une structure minime et renferment très peu d'eau; leur productivité et leur niveau de matières organiques sont donc faibles. Par conséquent, le cycle du carbone du sol est relativement simple. Cette particularité fait de ces sols un bon modèle pour les études sur le cycle du carbone, notamment en ce qui concerne les effets des changements de température sur l'activité biologique des sols.

Nous avons fait nos travaux de recherche dans la vallée de Garwood, une vallée sèche relativement petite (7 km^2) située à 80 km à l'est de l'île de Ross. Les principaux plans d'eau ici sont des ruisseaux et un petit lac. Nous avons prélevé des échantillons à différents endroits, dans toute la vallée, et recensé huit différents reliefs, chacun étant constitué par son propre type de sol. Nous avons mesuré un certain nombre de propriétés des sols associées à leur activité biologique, notamment la teneur en eau, le taux de carbone organique et d'azote, ainsi que la respiration *in-situ*. Les variations dans l'ampleur de ces propriétés montraient des écarts allant jusqu'à deux fois et demie pour les huit différents reliefs.

Nous avons constaté que les niveaux de carbone et l'activité micro-biologique des sols étaient très liés à leur teneur en eau. Exemple : il y a une forte corrélation entre la respiration des sols (flux de CO_2) et la distance qui les séparait des rives des lacs. La grande variation dans les propriétés des sols nous indique que les vallées sèches sont spatialement hétérogènes. Il faut donc avoir des modèles spatialement explicites pour pouvoir décrire les cycles biogéochimiques de ces écosystèmes.

Si l'hypothèse des matières organiques anciennes s'avère juste, le renouvellement du carbone devrait être relativement lent. Une méthode rudimentaire d'estimation du temps de renouvellement consiste à diviser le chiffre correspondant au total des réservoirs de carbone organique par le total des taux de respiration des sols pendant toute la saison. Pour faire ce calcul, nous avons acquis des ensembles de données à long terme sur la température des sols du site LTER, dans la vallée de Taylor. Nous avons mesuré en laboratoire les taux de respiration basale des sols prélevés sur les huit reliefs. Pour ces échantillons, l'effet des changements de température sur la respiration des sols a été mesuré à des températures allant de −1° à 12°C. Ensemble, les données obtenues nous ont permis de calculer les taux de respiration saisonnière totale. Ces estimations associées aux mesures du carbone organique des sols ont ensuite été utilisées pour calculer le temps de renouvellement du carbone organique dans le sol pour chaque relief. Les estimations du temps de renouvellement indiquaient toutes une courte période, allant jusqu'à environ 120 ans. Le modèle supposant que la matière organique est ancienne aurait donné des périodes beaucoup plus longues, sur une échelle de centaines d'années.

Compte tenu de ce court temps de renouvellement que montrent les résultats de nos mesures, on peut déduire deux choses : les dépôts de carbone ancien sont sur le point d'être épuisés, ou l'ancien carbone est tellement stable ou protégé qu'il ne contribue guère au cycle du carbone aujourd'hui dans les sols des vallées sèches. Si cette dernière hypothèse s'avère juste, de nos jours le cycle du carbone doit être en grande partie maintenu par les sources contemporaines de matières organiques.

Nos mesures sur la respiration des sols nous ont indiqué que les sols adjacents aux lacs et aux ruisseaux sont les «points chauds» biologiques des vallées sèches. Par conséquent, nous avons mesuré les flux des gaz biogénétiques autres que le CO_2, dont le N_2O et le CH_4 (fig. 4a et b), pour pouvoir obtenir un instantané des processus du carbone et de l'azote aérobiques et anaérobiques qui se déroulent dans ces sols. Les mesures des flux de CO_2 *in-situ* ont confirmé que le taux de respiration des sols en bordure des lacs était plus élevé qu'à tous les autres endroits dans la vallée. Les flux de N_2O étaient relativement faibles par rapport à ceux des écosystèmes des zones tempérées, mais le fait qu'on ait continuellement décelé la présence de N_2O durant les mois d'été laisse supposer que le cycle

4a

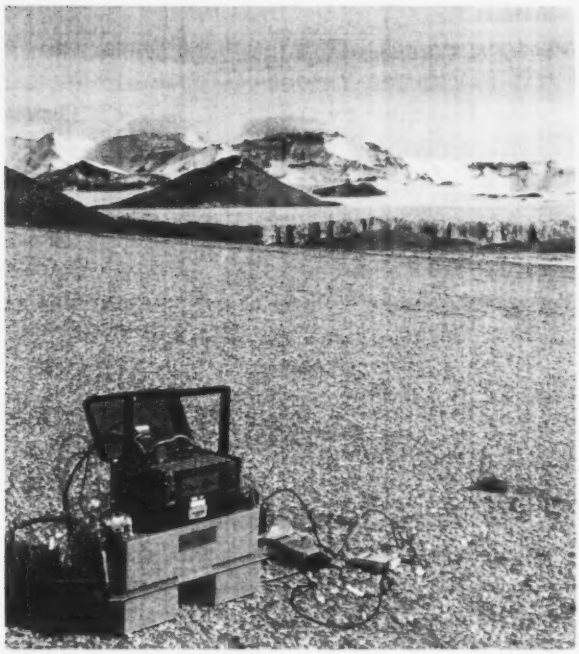

Figure 4a
Mesure in-situ du taux de respiration des sols à l'aide d'un analyseur de gaz LiCor 6200.

4b

Figure 4b
On a mesuré les flux de gaz biogénétiques en surface en prélevant des échantillons de gaz à l'aide de collets enfoncés dans le sol sur une profondeur de 10 cm. La température des sols et leur teneur en eau ont été mesurées lors du prélèvement des échantillons. Ceux-ci ont été recueillis dans des flacons de prélèvement à vide, puis des analyses ont été effectuées dans le laboratoire au moyen d'un chromatographe gazeux.

de l'azote fonctionnait (c.-à-d. que les processus de nitrification et de dénitrification se déroulaient). Les flux de CH_4 étaient étonnamment élevés et semblables à ceux qui seraient mesurés dans une tourbière au Canada, en été. Le fait qu'on ait pu recueillir des échantillons des trois gaz à partir d'une seule carotte laisse supposer la présence de micro-environnements aérobiques et anaérobiques dans un petit volume de sol.

Nous avons aussi fait une expérience d'ajout de substrat *in-situ* pour évaluer les limites du carbone et de l'azote face à l'activité biologique dans le sol. Du glucose (carbone seulement), du chlorure d'ammonium (azote seulement), des glycines (carbone et azote) et des matières d'algues provenant des lacs de la localité ont été ajoutés au sol à des taux faibles et élevés. On a mesuré les taux de respiration des sols tout de suite après l'ajout de substrats pendant plusieurs jours et de nouveau durant les saisons de travaux sur le terrain en 2005 et 2006. Une réaction significative à l'ajout d'azote a été observée tout de suite après l'application, et cette réaction s'est répétée durant les saisons ultérieures. On a aussi mesuré des réactions significatives pour les autres substrats, mais celles-ci ont été constatées plus tard.

Nous avons conclu que le système pédobiologique dans la vallée de Garwood était limité en carbone, comme pour la plupart des autres sols dans le monde. Mais contrairement à la plupart des autres sols, ce système pédobiologique est aussi limité en azote. L'ajout de matières d'algues de provenance locale a engendré une plus grande réaction biologique que l'ajout de composés chimiques, ce qui laisse supposer que le système s'est adapté à sa source locale de nutriants.

En combinant les résultats de toutes nos expériences, nous avons pu élaborer un modèle d'ajout qui décrit la redistribution dans les sols locaux des matières organiques provenant des lacs et ruisseaux des vallées sèches. Le transfert dans les sols d'une minime quantité des matières organiques de ces plans d'eau suffit pour expliquer les taux de respiration que nous avons mesurés. Le cycle est tel que durant l'été antarctique plus chaud la photosynthèse atteint un sommet suivi de la cryodessiccation des matières organiques, au fur et à mesure du refroidissement des températures et de la réduction des niveaux d'eau. Puis le vent soulève les matières séchées et les transporte partout dans les vallées. Les mesures des taux de respiration des sols ont révélé l'existence d'un gradient distinct; les niveaux de matières organiques des sols diminuent à mesure qu'augmente la distance entre les sols et les plans d'eau. Les résultats publiés à ce jour incluent les textes d'Elberling *et al.* (2006), Gregorich *et al.* (2006), Hopkins *et al.* (2005, 2006a, b, 2008) et Novis *et al.* (2007).

Le déplacement des matières organiques, qui partent des plans d'eau pour aboutir dans le paysage environnant, est important pour deux raisons. Premièrement, l'azote qui est transporté favorise la photosynthèse terrestre. Deuxièmement, le transfert du carbone stimule l'hétérotrophie des sols. Dans l'ensemble, ce transfert constitue un lien trophique crucial entre le principal lieu de production primaire et les sols qui autrement ne seraient guère alimentés et dont l'activité biologique est surtout attribuée aux hétérotrophes. Sa particularité vient du fait que les nutriants se déplacent « vers le haut », allant des plans d'eau jusqu'à la terre, et ce contrairement aux systèmes des zones tempérées où d'habitude ils se déplacent « vers le bas », en allant de la terre aux plans d'eau.

Références

Elberling, B., E.G. Gregorich, D.W. Hopkins, A.D. Sparrow, P. Novis et L.G. Greenfield, 2006. Distribution and dynamics of soil organic matter in an Antarctic dry valley. *Soil Biol. Biochem.*, **38**(10), octobre, 3095–3106.

Gregorich, E.G., D.W. Hopkins, B. Elberling, A.D. Sparrow, P. Novis, L.G. Greenfield et P. Rochette, 2006. Emission of CO_2, CH_4 and N_2O from lakeshore soils in an Antarctic dry valley. *Soil Biol. Biochem.*, **38**(10), octobre, 3120–3129.

Hopkins, D.W., B. Elberling, L.G. Greenfield, E.G. Gregorich, P. Novis, A.G. O'Donnell et A.D. Sparrow, 2005. Chapitre 4. Soil microorganisms in Antarctic dry valleys: resource supply and utilization. *Dans* Gadd, G.M., K.T Semple et H.M. Lappin-Scott, *éd. Microorganisms and Earth systems: advances in geomicrobiology.* Cambridge, etc., Presses de l'Université Cambridge, 71–84 (Symposium SGM 65).

Hopkins, D.W., A.D. Sparrow, B. Elberling, E.G. Gregorich, P.M. Novis, L.G. Greenfield et E.I. Tilston, 2006a. Carbon, nitrogen and temperature controls on microbial activity in soils from an Antarctic dry valley. *Soil Biol. Biochem.*, **38**(10), octobre, 3130–3140.

Hopkins, D.W., A.D. Sparrow, P.M. Novis, E.G. Gregorich, B. Elberling et L.G. Greenfield, 2006b. Controls on the distribution of productivity and organic resources in Antarctic Dry Valley soils. *Proc. R. Soc.* [Londres] : *Biol. Sci.*, **273**(1602), 7 novembre, 2687–2695

Hopkins, D.W., A.D. Sparrow, E.G. Gregorich, P. Novis, B. Elberling et L.G. Greenfield, 2008. Redistributed lacustrine detritus as a spatial subsidy of biological resources for soils in an Antarctic dry valley. *Geoderma* **144**(1–2), 15 mars, 86–92.

Novis, P.M., D. Whitehead, E.G. Gregorich, J.E. Hunt, A.D. Sparrow, D.W. Hopkins, B. Elberling et L.G. Greenfield, 2007. Annual carbon fixation in terrestrial populations of *Nostoc commune* (Cyanobacteria) from an Antarctic dry valley is driven by temperature regime. *Global Change Biol.*, **13**(6), juin, 1224–1237.

Waterhouse, E.J., *éd.*, 2001. *Ross Sea region 2001: a state of the environment report for the Ross Sea region of Antarctica.* Christchurch, N.-Z., New Zealand Antarctic Institute, 274 p.

Edward G. Gregorich (gregoriche@agr.gc.ca) est chercheur scientifique au Centre de recherches de l'Est sur les céréales et oléagineux d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, à Ottawa. Dernièrement, il a passé trois saisons dans les vallées sèches de McMurdo en tant que membre de l'équipe de chercheurs de la Nouvelle-Zélande qui travaillaient en Antarctique.

La glace marine de l'Antarctique – une bizarrerie dans le Sud

Christian Haas

Le rétrécissement rapide des glaces marines arctiques est considéré comme l'une des conséquences les plus radicales et les plus documentées du changement climatique en cours. La disparition des glaces marines en été aura des conséquences fondamentales pour l'environnement et l'économie de l'Arctique. En outre, elle influera sur les conditions météorologiques et le climat dans les basses latitudes, et peut-être à l'échelle mondiale, en déclenchant divers processus de rétroaction. Des programmes d'observation et de modélisation ont été instaurés pour permettre aux responsables de comprendre et de prévoir ces changements qui affecteront l'Arctique, et il importe de signaler les récentes tentatives de l'Université de l'Alberta à cet égard. Vu les hausses de la température de l'air enregistrées sur l'ensemble de la planète, les difficultés inhérentes à la compréhension et à la prévision des changements dans la couverture de glace marine arctique deviennent évidentes, quand on compare les tendances de la glace de mer observées dans l'océan Austral qui entoure l'Antarctique. Souvent le débat public ne tient pas compte du fait que la quantité de glace marine antarctique augmente, en été comme en hiver (fig. 1), alors que les températures de l'air diminuent sur la plupart des régions du continent (Thompson et Solomon, 2002). Il faut donc comprendre parfaitement les systèmes climatiques fondamentalement différents de l'Arctique et de l'Antarctique.

Je présente ici un résumé sur certaines recherches effectuées pour qu'on puisse mieux comprendre la nature et le rôle de la glace marine antarctique. Ces recherches ont été faites à l'aide du RV *Polarstern* quand j'étais encore à l'Institut Alfred Wegener pour la recherche polaire et marine, à Bremerhaven, Allemagne. La poursuite des travaux à l'Université de l'Alberta crée pour le Canada des défis ainsi que des possibilités d'intensifier la recherche en Antarctique et dans les environs, et de devenir un partenaire égal dans la collectivité des chercheurs des divers pays qui s'intéressent à l'Antarctique.

Neige et biologie

Contrairement à ce qui se passe dans l'Arctique, et malgré son étendue aux basses latitudes, la surface de glace marine pérenne, en Antarctique, ne fond pas beaucoup en été (Nicolaus et al, 2006). Donc, d'habitude il n'y a pas d'étangs de fonte à la surface. Cependant, la glace et la neige se réchauffent durant l'été, et la neige est souvent à la température de fusion, ce qui engendre la fonte interne, la percolation et le regel de l'eau de fonte. Résultat : la neige est hautement métamorphique, et la glace surimposée est fort répandue (Haas *et al.*, 2001). Vu la présence de glace surimposée, l'absence de grandes quantités d'eau liquide dans la neige et le haut degré de métamorphose glaciaire et de glace, la rétrodiffusion radar augmente en été (p. ex., Haas, 2001; Willmes *et al.*, 2006). Ceci contraste vivement avec la glace marine de l'Arctique, qui diminue considérablement au début de la période de fonte estivale, à cause des nombreux étangs de fonte (fig. 2). On ne connaît pas parfaitement les différentes propriétés hyperfréquence de la glace de l'Antarctique et de l'Arctique, mais il faut en tenir compte dans les algorithmes de recouvrement par satellite, notamment pour ce qui est de la concentration de la glace, de la dérive ou de l'épaisseur de la neige.

Un autre phénomène des glaces marines antarctiques fort répandu est l'inondation à l'interface neige-glace. Ceci est dû au poids de la couverture de neige relativement épaisse qui appuie sur la nappe de glace flottante au-dessous du niveau de l'eau. Dans la bouillie de neige-glace ainsi formée il y a souvent

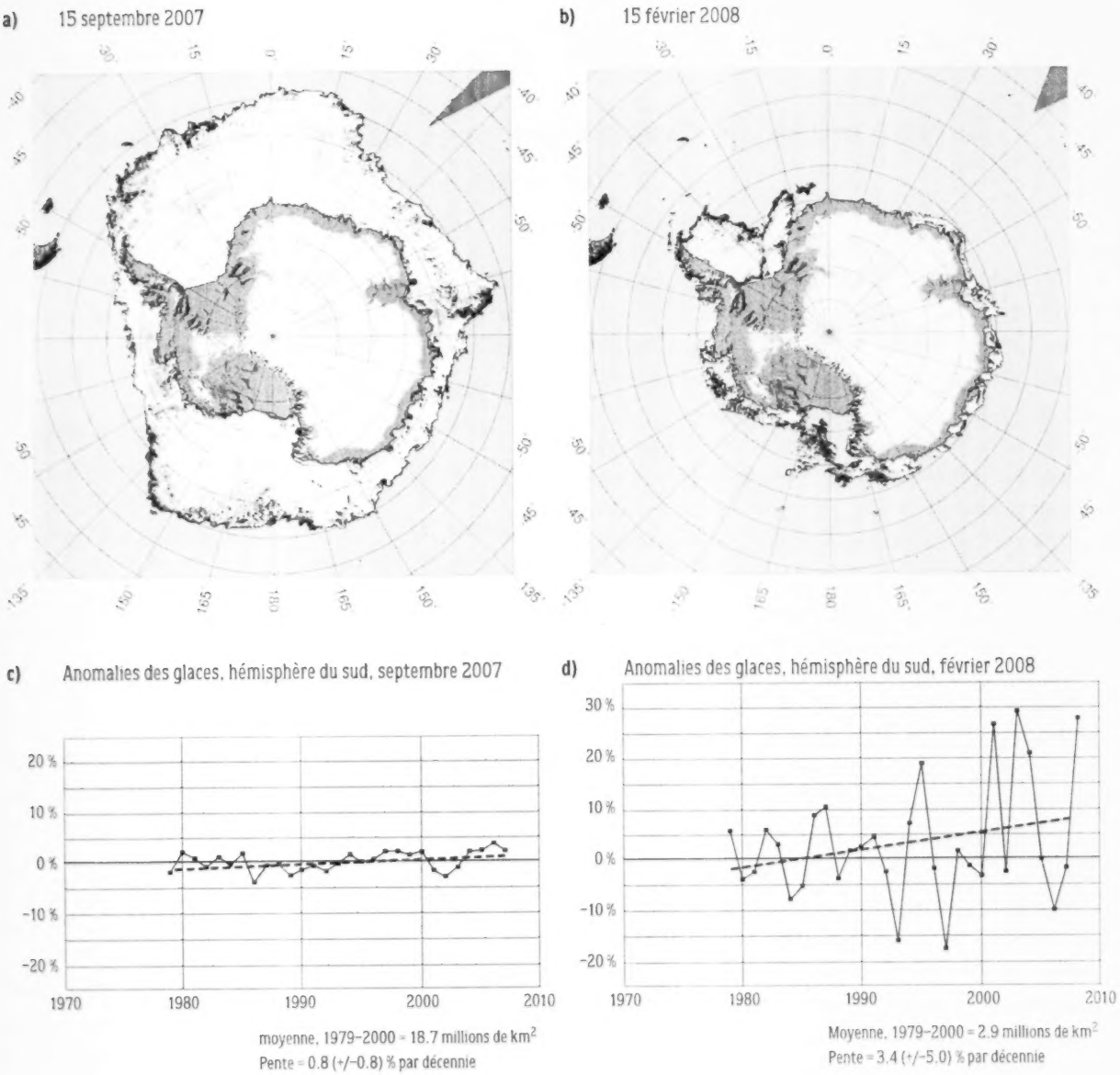

Figure 1
Variations saisonnières des concentrations maximums (a : septembre 2007) et minimums (b : février 2008) de glace marine dans l'océan Austral, et série chronologique d'anomalies des glaces pour septembre et février 1979–2008. Les cartes et les données ont été gracieusement fournies par G. Spreen et L. Kaleschke, Université de Hambourg (http://www.seaice.de), et F. Fetterer et K. Knowles, National Snow and Ice Data Center, Boulder, Colorado (http://nsidc.org).

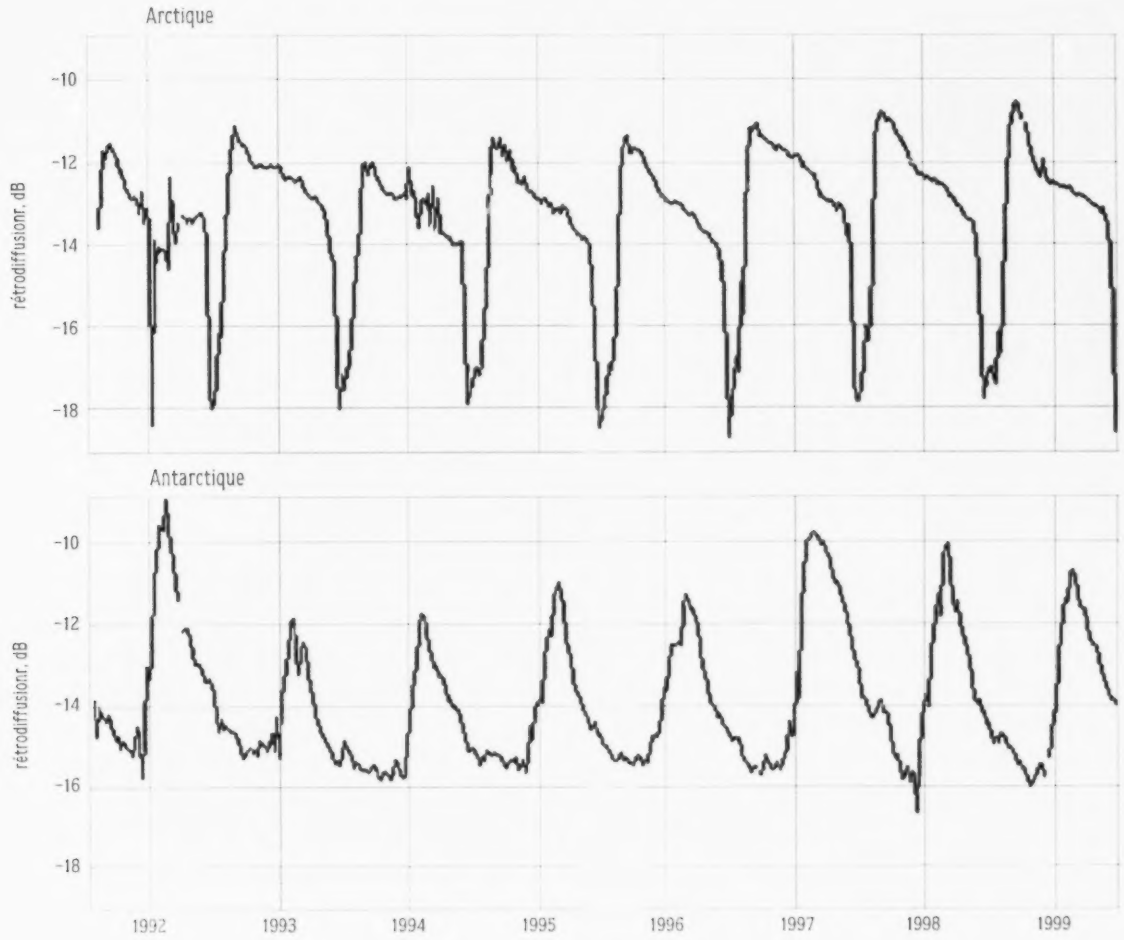

Figure 2
Série chronologique de la rétrodiffusion radar pour la glace pérenne de l'Arctique et de l'Antarctique obtenue au moyen des satellites ERS-1 et 2 (Haas, 2001).

de grandes quantités d'algues. En particulier, une couche lacunaire poreuse bien définie se forme souvent en été, du fait du réchauffement général de la glace du dessus, de la structure étagée résultant des cycles d'inondation–gel et de la formation de glace surimposée. Le rayonnement solaire est plus grand sur les couches chaudes que sur la glace près du fond, et ces couches chaudes assurent une protection contre les prédateurs, créant ainsi l'habitat idéal pour une riche communauté biologique. Des concentrations de >400 µg/L en chlorophylle-a ont souvent été observées (Thomas *et al.*, 1998). Lorsqu'elle est libérée dans l'eau par la fonte accrue, cette biomasse nourrit d'abondantes populations de krill, manchots, phoques et baleines sur la glace marine, en dessous et aux alentours (fig. 3). Durant l'exécution du projet de station sur la glace Polarstern (ISPOL), à la fin de 2004, le RV *Polarstern* a été amarré pendant cinq semaines à une banquise pour faciliter l'observation des processus physiques–biologiques qui se

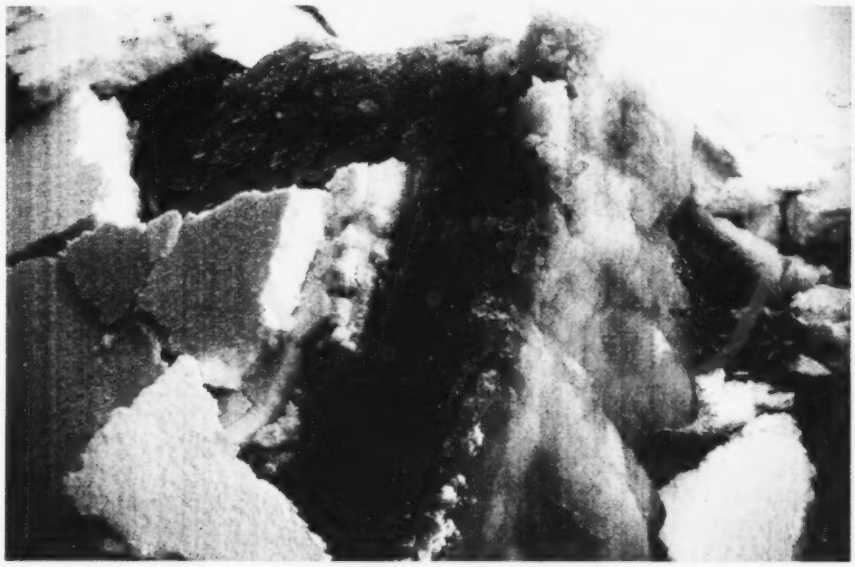

Figure 3
Banquise inclinée brisée par un brise-glace, qui montre la structure étagée de la glace marine de l'Antarctique en été. La décoloration de la couche lacunaire poreuse est due aux stocks d'algues élevés.

déroulent au début de l'été dans la mer de Weddell Ouest (Hellmer *et al.*, 2006)

Le rôle de la neige dans le bilan massique de la glace de mer, en ce qui a trait aux cycles inondation-gel et à la formation de glace surimposée, pourrait être l'une des raisons du comportement différent de la glace marine de l'Antarctique face aux conditions climatiques actuelles. Ces processus pourraient aussi devenir importants pour la glace marine de l'Arctique, si l'accumulation de neige augmentait et si un jour l'océan Arctique était recouvert par la glace de mer saisonnière.

Bilan massique de la glace de mer et péninsule antarctique

L'épaisseur de la glace marine de l'Antarctique et les changements à cet égard sont encore très peu connus. Les données obtenues au moyen des forages et des sonars de profilage de la glace amarrée sont minimes. En 2004 et 2006, nous avons fait de vastes sondages électromagnétiques-induction (EM) de l'épaisseur des glaces par hélicoptère dans la mer de Weddell Ouest. Ces opérations ont révélé non seulement que la glace de deuxième année était très épaisse, soit une épaisseur modale et totale moyenne de >2 et 3 m, respectivement, mais ont aussi donné des renseignements importants pour la validation des images obtenues par radar de satellite (Haas *et al.*, 2008). La proximité des différents régimes pour les glaces de première et de deuxième année et leur origine peuvent être démontrées par cette combinaison de données de mesures *in-situ* et de satellites.

Ces dernières années, la dislocation des plates-formes de glace Larsen, le long de la péninsule antarctique Est, a été spectaculaire. Depuis leur désintégration, de grandes quantités de nouvelle glace se sont formées à partir des polynies et des baies qui ont vu le jour (fig. 4). Cette formation très étendue de nouvelle glace influera vraisemblablement sur les caractéristiques et la circulation de l'eau du fond de la mer de Weddell, l'une des principales composantes de la circulation de renversement méridienne mondiale. Au cours de l'étude sur les débordements hivernaux dans la mer de Weddell (WWOS) menée à bord du *Polarstern* en septembre et octobre 2006, nous avons cartographié l'épaisseur de cette nouvelle glace et calculé le volume de glace exportée. La figure 5 montre que la plus grande partie de la glace de première année était plutôt épaisse (épaisseur modale de 1,2 m). Il y avait une étroite bande de glace plus jeune, d'une épaisseur de 0,5 m, contiguë à la polynie.

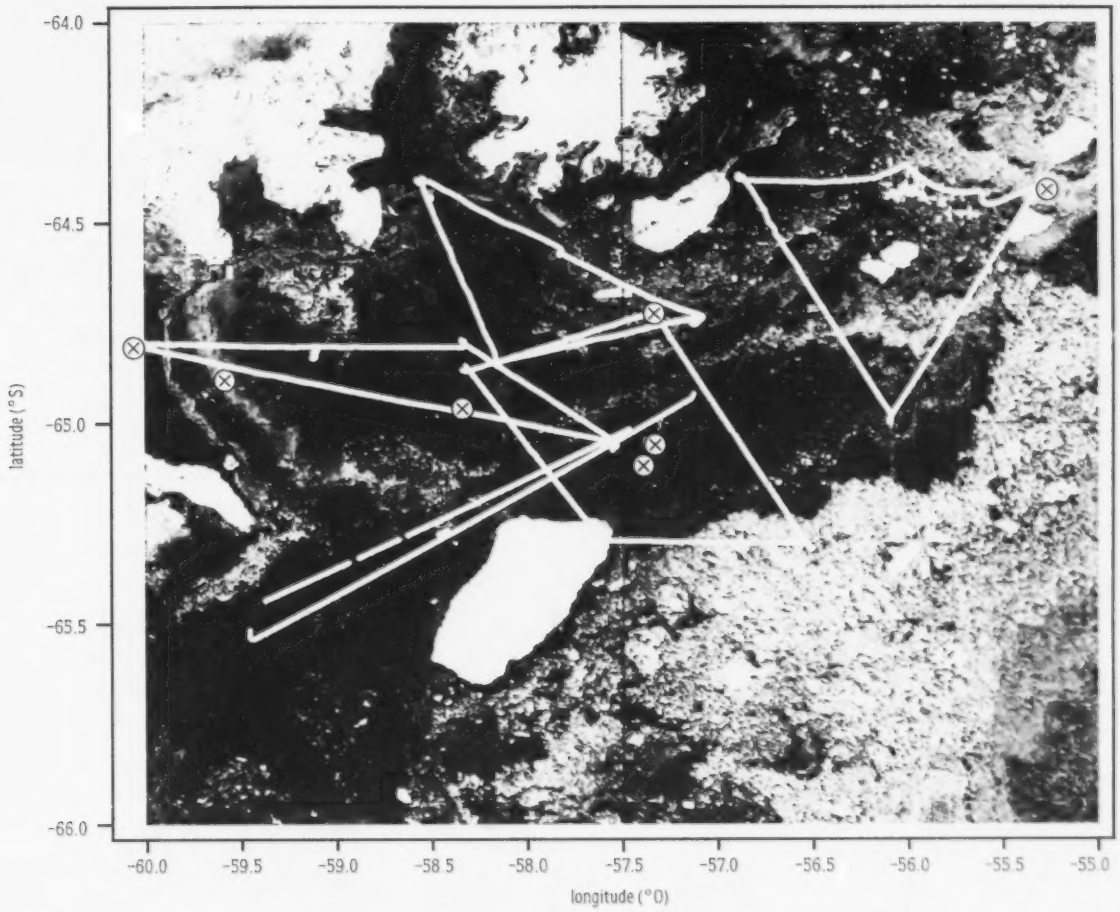

Figure 4
Image de la région de Larsen A captée par Envisat-SAR le 5 octobre 2006. Les droites lignes montrent les profils EM de l'épaisseur de la glace obtenus par hélicoptère, et les symboles indiquent les endroits où des carottes de glace ont été prélevées. Les marques brillantes représentent la glace épaisse de deuxième année, et la glace foncée est celle de la première année avec faible rétroaction.

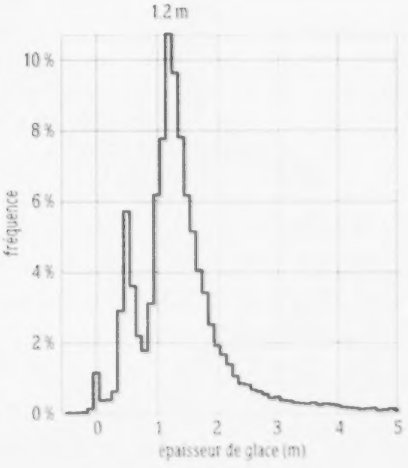

Figure 5
Répartition de l'épaisseur des glaces déterminée lors du segment nord du vol au-dessus de Larsen-A (*cf.*, fig. 4).

Actuellement, nous analysons nos données hydrographiques et celles obtenues par des mesures *in-situ* et par satellite, pour pouvoir calculer les flux de sel et évaluer l'importance de la région pour la circulation océanique et des glaces dans la mer de Weddell depuis la dislocation des plate-formes de glace Larsen A et B. Les données des mesures *in-situ* sont très importantes pour l'interprétation des images de radar de satellite qui servent aux études de la variabilité à long terme de la dynamique des glaces dans la mer de Weddell Ouest. Pour cette recherche, les observations de la dérive des glaces à l'aide de bouées déployées par les partenaires internationaux du programme du PMRC/CSRA pour les bouées antarctiques (IPAB) seront incluses. L'Université de l'Alberta coordonne les travaux de l'IPAB avec l'Institut Alfred Wegener.

En outre, nous sommes fort occupés par la validation des mesures de l'épaisseur de la glace pour la prochaine mission européenne CryoSat, qui démarrera en 2009. Des partenaires de la Nouvelle-Zélande nous ont invités à participer à l'une des rares campagnes de validation pour la glace marine dans l'océan Austral en décembre 2009 et 2010.

Défis et possibilités pour le Canada

La principale difficulté en ce qui a trait aux études par observation en Antarctique est l'accès aux régions à examiner. L'étendue et l'éloignement de l'océan Austral et de l'Antarctique

Figure 6

L'auteur et un groupe de spécialistes locaux qui s'intéressent toujours au travail en cours. Ils ont hâte d'en apprendre davantage sur la recherche canadienne en Antarctique.

empêchent la plupart des pays d'effectuer des recherches systématiques à long terme dans de plus vastes régions du continent. Souvent les études menées aux stations de recherche n'ont qu'une dimension locale et ne couvrent qu'un petit nombre de disciplines. À l'évidence, avec les brise-glaces on peut examiner de vastes régions et disposer de locaux pour les grandes équipes de chercheurs réellement interdisciplinaires. Le Canada devrait mettre sur pied un programme de croisières en Antarctique. Le navire, qui serait une plate-forme pour la recherche, servirait aussi de base pour les hélicoptères ou les véhicule aériens et sous-marins sans pilote qui pourraient ainsi étendre leur rayon d'action opérationnel et couvrir des régions ne faisant pas partie des milieux marins. Il servirait aussi à l'entretien des stations automatiques sur le plancher océanique, sur la terre ou sur la glace. L'endroit idéal à cet égard serait la région de Larsen, sur la péninsule antarctique Est, et la mer de Weddell Ouest, une zone clé pour la détermination du climat mondial où des changements se sont produits, qui subit encore des transformations sur tous les plans. On pourrait y mener des travaux dans les domaines suivants : géologie, biologie, océanographie, météorologie et glaciologie.

Une autre solution tout aussi efficace : la plate-forme de recherche serait un aéronef long courrier, comme un Basler BT-67 (DC-3 converti). Un tel appareil est idéal pour les travaux de glaciologie sur la glace marine effectués sur de longues distances, à basse et haute altitude, et d'autres applications de la télédétection, et aussi pour la recherche météorologique et en chimie de l'atmosphère. Avec ses skis, il pourrait servir au déploiement et au soutien des équipes sur le terrain et sur les glaces, et à d'autres opérations logistiques. Il s'ajouterait à la petite flotte aérienne des divers pays pour l'exécution des travaux en Antarctique. À l'Institut Alfred Wegener, cet avion est très utile pour la logistique et la recherche; il sera bientôt doté d'un instrument EM qui mesurera l'épaisseur de la glace marine. En Antarctique, durant l'hiver ce même appareil pourrait servir à la logistique et à la recherche dans l'Arctique. Le Canada devrait envisager l'adoption d'un programme qui fournirait cette infrastructure à tous les chercheurs canadiens, semblable au programme ArcticNet, ou qui donnerait plus de moyens. Avec de tels outils, le Canada pourrait devenir un partenaire égal ou un leader de la recherche arctique et antarctique.

Références

Haas, C., 2001. The seasonal cycle of ERS scatterometer signatures over perennial Antarctic sea ice and associated surface ice properties and processes. *Ann. Glaciol.*, **33**, 69–73.

Haas, C., D.N. Thomas et J. Bareiss, 2001. Surface properties and processes of perennial Antarctic sea ice in summer. *J. Glaciol.*, **47**(159), 613–625.

Haas, C., M. Nicolaus, S. Willmes, A. Worby et D. Flinspach, 2008. Sea ice and snow thickness and physical properties of an ice floe in the western Weddell Sea and their changes during spring warming. *Deep-Sea Res. II*, **55**(8–9), 963–974.

Hellmer, H.H., C. Haas, G.S. Dieckmann et M. Schröder, 2006. Sea ice feedbacks observed in western Weddell Sea. *Eos, Trans. AGU*, **87**(18), 173, 179.

Nicolaus, M., C. Haas, J. Bareiss et S. Willmes, 2006. A model study of differences of snow thinning on Arctic and Antarctic first-year sea ice during spring and summer. *Ann. Glaciol.*, **44**, 147–153.

Thomas, D.N. *et 7 autres*, 1998. Biological soup within decaying summer sea ice in the Amundsen Sea, Antarctica. *Dans* Lizotte, M.P. et K.R. Arrigo, *éd. Antarctic sea ice: biological processes, interactions and variability*. Washington, DC, American Geophysical Union, 161–171. (Antarctic Research Series 73.)

Thompson, D.W.J., et S. Solomon, 2002. Interpretation of recent Southern Hemisphere climate change. *Science*, **296**(5569), 895–899.

Willmes, S., J. Bareiss, C. Haas et M. Nicolaus, 2006. The importance of diurnal processes for the seasonal cycle of sea-ice microwave brightness temperatures during early summer in the Weddell Sea, Antarctica. *Ann. Glaciol.*, **44**, 297–302.

Christian Haas (chaas@ualberta.ca) est professeur et Alberta Ingenuity Scholar (chercheur reconnu pour son ingéniosité) du Département des sciences de la terre et de l'atmosphère, à l'Université de l'Alberta. Il coordonne le programme international du PMRC/CSRA pour les bouées antarctiques (IPAB).

Les nouvelles en bref

Durant l'année écoulée, il a y eu des changements dans la composition du Comité canadien de la recherche antarctique. **Wayne Pollard,** qui était président du CCRA, et **Serge Demers** ont décidé de se retirer à la fin de leur mandat. Les mandats de **Kathy Conlan** et de **Marianne Douglas** ont été renouvelés, cette dernière ayant pris le relais à la présidence. Les nouveaux membres: **Thomas S. James,** de la Commission géologique du Canada (*Bulletin du RCRA* **24,** novembre 2007, p. 1–7), **Émilien Pelletier,** de l'ISMER, Université du Québec à Rimouski (*Bulletin du RCRA* **21,** avril 2006, p. 11–16), et **Peter L. Pulsifer,** du Centre de géomatique et de recherche cartographique, Université Carleton (*Bulletin du RCRA* **19,** mai 2005, p. 12).■

Le professeur **Patrick J. Walsh** est entré au Département de biologie de l'Université d'Ottawa en 2006, après avoir passé 22 ans à l'Université de Miami (pwalsh@uottawa.ca). Au cours du dernier été austral (2007–2008), il est allé pour la première fois dans le Sud, à McMurdo, pour participer à une étude financée par la NSF sur les effets de l'absorption du CO_2 dans l'eau salée, notamment en ce qui concerne son impact sur les minuscules organismes marins comme les ptéropodes. Les principaux chercheurs sont Vicky Fabry, océanographe de l'Université de l'État de la Californie à San Marcos, et Brad A. Seibel, spécialiste en physiologie animale comparée à l'Université du Rhode Island. Pat tente d'obtenir une aide pour poursuivre son travail dans ce domaine.■

Suite au décès de **Roy (Fritz) Martindale Koerner** survenu le 26 mai 2008, le Canada a perdu non seulement un éminent glaciologue et scientifique de l'Arctique, mais aussi un solide lien pour ses rapports avec l'Antarctique. Né à Portsmouth, R.-U., le 3 juillet 1932, Roy a commencé à travailler pour la Dependencies Survey des îles Falkland en 1957. Il a passé deux ans et demi sur la péninsule antarctique en tant que météorologue et glaciologue supérieur, à Hope Bay. Le rocher Koerner porte son nom. En tant qu'associé de recherche à l'Université de l'État de l'Ohio, il a passé l'été austral 1966–1967 à Dronning Maud Land, à la Station Plateau des É.-U., où il a étudié la stratigraphie des neiges. Koerner Bluff, à Marie Byrd Land, porte son nom. Après avoir participé à la fructueuse expédition transarctique de Wally Herbert dont l'équipe a parcouru 3 620-milles, il est entré au ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, à Ottawa, où il a travaillé à l'Étude du plateau continental polaire. Lui et ses collègues surveillaient depuis 40 ans le bilan massique des calottes glaciaires de l'Extrême-Arctique. Ils ont compilé des preuves du changement climatique apportées par l'analyse de carottes de glace des îles Devon, Ellesmere et Baffin. Il était l'un des membres de l'équipe du programme Students on Ice qui ont contribué à sa réussite. Sa plus récente visite en Antarctique, dans le cadre de la 10^{e} expédition Students on Ice, a marqué le 50^{e} année anniversaire de son premier voyage en Antarctique.■

La professeure **Thora Martina Herrmann,** titulaire de la chaire de recherche du Canada en conservation de la biodiversité et ethnoécologie, à l'Université de Montréal (thora.martina.herrmann@umontreal.ca), se prépare à effectuer des travaux sur l'île King George, îles Shetland Sud (à compter de décembre 2008), où elle examinera les colonies de manchots pygoscèles dans la région de la baie Maxwell, en collaboration avec l'Université de Jena. La collectivité d'oiseaux marins de cette région est diversifiée et suscite un intérêt exceptionnel sur le plan biologique. La région est l'un des rares endroits où les trois espèces de manchots pygoscèles, soit les manchots papou (*pygoscelis papua*), les manchots d'Adélie (*pygoscelis adeliae*) et les manchots à jugulaire (*pygoscelis antarctica*), se reproduisent ensemble et forment une population sympatrique. Les récentes

études montrent des changements biologiques et écologiques qui pourraient refléter des réactions directes et indirectes au changement climatique régional. Toutefois, on sait peu de choses sur les modifications auxquelles les manchots pourraient être confrontés à cause des changements climatiques à venir.

Ses travaux porteront sur : a) les différences et les similarités dans l'identité génétique et les particularités entre les populations de manchots des différentes îles; b) les exemples de conflits et les changements dans la répartition des aires d'alimentation ainsi que la compétition entre les espèces pour la recherche de proies, suite au réchauffement planétaire; et c) l'effet du changement de climat sur les tendances des colonies de manchots, le succès de la reproduction et la dynamique spatiotemporelle des conditions environnementales. ■

Nous sommes très heureux d'apprendre qu'en 2006 la médaille polaire (Arctique et Antarctique), a été décernée par le Royaume-Uni à **Geoffrey F. Hattersley-Smith,** qui la méritait depuis longtemps. Au tout début, la médaille de l'Arctique avait été décernée en 1857, pour rendre honneur à des personnes qui avaient exploré le passage du Nord-Ouest. Comme au tournant du siècle les expéditions ciblaient l'Antarctique, la médaille est devenue la médaille polaire. De nos jours, elle est décernée à des personnes qui se sont distinguées en explorant les régions polaires et par les connaissances qu'elles ont acquises sur ces régions. Geoffrey était chef de la base et glaciologue au service de la Dependencies Survey des îles Falkland, à la station d'Admiralty Bay, île King George, de 1948 à 1950. En 1951, il s'est joint au Conseil de recherches pour la défense à Ottawa, et en 1953–1954 il a dirigé une expédition canado-américaine dans l'île d'Ellesmere. Entre 1957 et 1973, il a fait des recherches sur l'île d'Ellesmere au lac Hazen, sur la plateforme glaciaire Ward Hunt, et dernièrement au fjord Tanquary, avant de prendre sa retraite, en 1973, quand il était chef de la station géotechnique. Il est retourné en Angleterre où il a continué de s'intéresser à l'Antarctique.■

Le Canada sera bien représenté aux prochaines assemblées du CSRA et à la conférence publique sur la science qui se tiendront en Russie, en juillet 2008. Le principal délégué sera **Steven Bigras** (CCAP); il sera secondé par **Simon Ommanney** (CCRA). Les représentants auprès des groupes scientifiques permanents seront **Wayne Pollard** (géosciences), **Kathy Conlan** (sciences de la vie); **Tom James** (sciences physiques) et **Simon Ommanney** (information géographique sur l'Antarctique). Le programme préliminaire mentionne huit présentations du Canada sur l'Antarctique ou sur des thèmes bipolaires :

Wayne Pollard (McGill, conférence sollicitée) – Les effets du changement de climat sur les pôles : pergélisol, géologie et géomorphologie;

Donald Danskin (CGC) – Événements météorologiques dans l'espace détectés par des riomètres répartis sur toute la planète;

Leigh Gurney (UCB) – Détermination de la dimension des lignes de démarcation des écosystèmes, aux îles du Prince-Édouard subantarctiques;

Christian Haas (Alberta) – Épaisseur de la glace marine et production de glace dans les polynies de Larsen, mer de Weddell;

Christian Haas (Alberta) – Les programmes internationaux de bouées pour l'Arctique et l'Antarctique : pierres angulaires des systèmes d'observation coordonnée des milieux polaires;

Brian Hunt (UCB) – Inertie saisonnière des communautés de macrozooplancton dans la mer de Lazarev;

Evgeny Pakhomov (UCB) – Tuniciers pélagiques de l'Antarctique : les salpes pourraient-elles être une proie attrayante ?;

Warwick Vincent (Laval) – Exploration des milieux aquatiques sous-glaciaires de l'Antarctique : gérance environnementale et scientifique.■

G.A.P. Adventures, de Toronto, a annoncé la reprise de ses croisières en Antarctique suite à l'achat du M/S *Expedition*, pour remplacer le M/S *Explorer* qui a coulé en novembre dernier. Le nouveau navire, construit par Helsingor Skibsvaerft, Danemark, en 1972, est utilisé depuis 15 ans sur les eaux des côtes scandinaves. Il est renforcé pour la navigation dans les glaces et classé 1B selon le système de classification suédois-finlandais, ce qui signifie qu'il a été conçu pour pouvoir circuler dans la mer Baltique toute l'année. C'est un bâtiment de 105 m de longueur, qui peut accueillir 120 passagers. Sa vitesse maximale est de 16 nœuds. Il sera remis à neuf au coût de 15 millions de dollars (www.gapadventures.com/expedition-cruises). Le départ pour la première croisière dans l'Antarctique aura lieu le 4 janvier 2009. L'itinéraire inclura les îles Falkland et les îles Shetland Sud. Après les croisières en Antarctique, le M/S *Expedition* se dirigera vers le nord et sera utilisé pour des croisières dans l'Arctique.■

Membres et conseillers du CCAR/CCRA

Marianne Douglas, directrice (présidente)
Institut circumpolaire canadien, Université de l'Alberta
8625–112 Street
Edmonton (Alberta) T6G 0H1
Tél. : 780 492-0055
Téléc. : 780 492-1153
msdougla@ualberta.ca

Kathy Conlan
Musée canadien de la nature
C.P. 3443, succursale D
Ottawa (Ontario) K1P 6P4
Tél. : 613 364-4063
Téléc. : 613 364-4027
kconlan@mus-nature.ca

Thomas S. James
Commission géologique du Canada, Ressources naturelles Canada
9860 West Saanich Road
P.O. Box 6000,
Sidney (C.-B.) V8L 4B2
Tél. : 250 363-6403
Téléc. : 250 363-6565
tjames@nrcan.gc.ca

Émilien Pelletier
Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER)
310, allée des Ursulines, C.P. 3300
Rimouski (Québec) G5L 3A1
Tél. : 418 723-1986, poste 1764
Téléc : 418 724-1842
emilien_pelletier@uqar.qc.ca

Peter L. Pulsifer
Centre de géomatique et de recherche cartographique , Université Carleton
1125, promenade Colonel By
Ottawa (Ontario) K1S 5B6
Tél. : 613 761-7995
Téléc : 613 520-2395
pulsifer@magma.ca

Martin Sharp
Sciences de la Terre et de l'atmosphère, Université de l'Alberta
1-26 Earth Sciences Building
Edmonton (Alberta) T6G 2E3
Tél. : 780 492-4156
Téléc. : 780 492-2030
martin.sharp@ualberta.ca

Dave Williams
McMaster Centre for Medical Robotics, St. Joseph's Healthcare
50 Charlton Avenue East
Hamilton (Ontario) L8N 4A6
Tél. : 905 522-1155 x33901
Télé. : 905 521-6197
willd@mcmaster.ca

Fred Roots (conseiller sur l'Antarctique, CCAP)
Environnement Canada
351, boulevard St-Joseph, 1er étage
Ottawa (Ontario) K1A 0H3
Tél. : 819 997-2393
Téléc. : 819 997-5813
fred.roots@ec.gc.ca

Wayne Pollard (président sortant)
Département de géographie, Université McGill
805, rue Sherbrooke Ouest
Montréal (Québec) H3A 2K6
Tél. : 514 398-4454
Téléc. : 514 398-7437
pollard@felix.geog.mcgill.ca

Bulletin du Réseau canadien de recherches antarctiques

Tous droits réservés
© Commission canadienne des affaires polaires/ Réseau canadien de recherches antarctiques

Simon Ommanney (secrétaire du CCRA)
27 Glen Davis Crescent
Toronto (Ontario) M4E 1X6
Tél. : 416 686-6307
simon.ommanney@sympatico.ca

Rédacteur : C. Simon L. Ommanney
Veuillez envoyer vos contributions et lettres à : Rédacteur, Bulletin du RCRA

Commission canadienne des affaires polaires
Suite 1710, 360, rue Albert
Ottawa (Ontario) K1R 7X7
Tel.: 613 943-8605
Téléc. : 613 943-8607
mail@polarcom.gc.ca
www.polarcom.gc.ca